

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: 200429008

UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

基于 ARM 的分布式远程多参数环境监测系统设计

Design of Distributed Long Distance Multi-parameters

Environment Detecting System Based on ARM

杨 丰 华

指导教师姓名: 洪 永 强 教授

专 业 名 称: 精密仪器及机械

论文提交日期: 2007 年 4 月

论文答辩时间: 2007 年 5 月

学位授予日期: 2007 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2007 年 月

厦门大学学位论文原创性声明

兹呈交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。
本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版，有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅，有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索，有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

- 1、保密（ ），在 年解密后适用本授权书。
- 2、不保密（ ）

（请在以上相应括号内打“√”）

作者签名：

日期： 年 月 日

导师签名：

日期： 年 月 日

摘 要

随着我国经济发展, 社会进步和人们环保意识的提高, 环境质量的问题越来越为公众所注意。但是我国环境监测的发展还远不能满足环境监测的要求, 监测仪器的质量参差不齐、功能不全。如何进一步提高监测水平, 多元化监测手段, 以及对环境污染状况做出科学的评价是当前环境监测工作面临的首要问题。

本文致力于一种分布式远程多参数环境监测系统的设计, 综合运用嵌入式技术、传感器技术、自动检测技术、通信技术、网络技术和微型计算机技术, 实现对多种环境参数的低成本分布式监测管理。本文研究的内容主要包括:

1. 分析了当前国内环境监测仪器发展的现状, 针对当前的情况, 提出了一种分布式远程多参数环境监测系统的设计方案。按照方案的设计, 该系统主要由监测主机、监测分机和远程监测系统PC机组成。

2. 对分布式远程多参数环境监测系统的硬件设计作了研究。监测主机采用了基于ARM7TDMI内核的S3C44B0X作为核心芯片, 完成了Flash存储模块、SDRAM模块、UART模块和以太网模块的设计。选用的芯片都具有体积小、功耗低的特点, 适合嵌入式产品的应用。

3. 对分布式远程多参数环境监测系统的软件设计作了研究。监测主机移植了嵌入式操作系统uClinux, 移植了JFFS2文件系统, 并针对主机硬件进行了驱动程序和应用程序的开发。监测分机的参数采集程序的编写按照模块化设计, 并针对无线数传电台编写了通信程序。

4. 构建了基于Boa嵌入式服务器的远程监测系统。将Boa移植在监测主机上, 使用Boa+CGI的形式实现了监测的网络化和远程化。

本系统具有良好的扩展性和灵活性的特点。无线模块的运用大大提高了参数监测的覆盖范围, Web服务器的使用实现了系统网络化。经过分模块调试和系统联调, 本系统初步实现了预期的功能。

关键词: 环境监测仪; ARM; uClinux; Web 服务器

Abstract

With the development of economy, advancement of the society and improvement of people's environment protection consciousness, the problem of environment quality is more and more concerned by the public. However, the development of environment detecting can not meet the environment detecting requirements, most of them has low quality and less functions. The major problems that environment detecting faced are how to improve the precision of parameters, multiple detecting technologies, and how to make correct assessment to environment pollution status.

The thesis try to design a distributed long distance multi-parameter detecting system. We realize distributed long distance multi-parameter detecting system with low cost , by using embedded system, sensor , auto-detecting , communication , network and micro-computer technologies. The research point of this thesis manly include:

1. Analyzing the current research status of national environment detecting, giving a new design project of distributed long distance multi-parameter detecting system. According to the designing, the system is mainly consist of host equipment, assistant equipment and tele-detecting PC.

2. Complete the hardware designing about the distributed long distance multi-parameter detecting system. The host equipment use S3C44B0X as core chip which based on ARM7TDMI kernel, designing FLASH storage module, SDRAM module, UART module and Ethernet module. All of the main chips are small scale and low power consumption, which are fit for the application of embedded system production.

3. Complete the software designing about the distributed long distance multi-parameter detecting system. The host equipment transplants embedded system uClinux and JFFS2 file system, developing the device programs and application programs. The assistant equipment use data collecting programs to gather the environment parameters, the program for tele-communication was also designed.

4. Build the long distance detecting system based on Boa embedded server. The

host equipment transplants Boa embedded server. We realize the networklization and long distance of detecting by using Boa and CGI structure.

The system developed characteristic as good expansibility and flexibility . By using wireless module, the range of detecting has great improved. Web server realize the system networklization. The anticipated function being realized by module debug and system debug.

Key words: environment detect instrument, ARM, uClinux, Web server

目 录

第一章	绪论	1
1.1	课题来源	1
1.2	研究的背景与意义	1
1.3	分布式远程监测的实现模式	2
1.4	本论文的主要内容和特点	3
第二章	监测系统总体设计	4
2.1	系统设计思想	4
2.2	系统功能及特点	4
2.3	系统组网结构	5
2.4	嵌入式系统技术介绍及 ARM 芯片	7
第三章	多参数环境监测系统主机设计	11
3.1	主机硬件层实现	11
3.2	主机软件层实现	22
第四章	多参数环境监测系统分机设计	44
4.1	分机总体架构及主控微处理器	44
4.2	传感器的选择及信号调理电路	47
4.3	单片机数据采集模块设计	54
4.4	无线通信模块	58
4.5	分机电路 PCB 制作	65
第五章	远程监测系统的设计	67
5.1	远程监测系统架构的选择	67
5.2	Boa Web 服务器的配置	68
5.3	远程监测系统的功能实现	70
第六章	系统调试	74
6.1	PCB 板制作	74

6.2 系统硬件调试	75
6.3 系统软件调试	77
第七章 结论及展望	79
7.1 主要结论	79
7.2 展望	79
[参考文献]	81
致 谢	85
硕士期间发表的论文	86

CONTENT

CHAPTER 1	Introduction.....	1
1.1	Task source	1
1.2	Research background and significance.....	1
1.3	Distributed tele-detecting realization.....	2
1.4	Main research and character in the thesis.....	3
CHAPTER 2	Main design of decting system.....	4
2.1	System design method.....	4
2.2	System function and character	4
2.3	System framework	5
2.4	Embedded system description and ARM chip.....	7
CHAPTER 3	Design of host detecting equipment	11
3.1	Hardware of host equipment realization.....	11
3.2	Software of host equipment realization.....	22
CHAPTER 4	Design of assistant detecting equipment	44
4.1	Assistant equipment framework and MCU.....	44
4.2	Sensor choosing and signal circuit.....	47
4.3	Design of MCU parameter collection.....	54
4.4	Wireless communication module.....	58
4.5	Assistant equipmentcircuit PCB designing.....	65
CHAPTER 5	Design of long distance detecting system.....	67
5.1	Long distance detecting system framework choosing.....	67
5.2	Boa Web sever configuration.....	68
5.3	Long distance detecting system function realization.....	70
CHAPTER 6	System debug	74
6.1	PCB designing	74
6.2	System hardware debug	75

6.3	System software debug	77
CHAPTER 7 Conclusions and outlook		79
7.1	Main conclusions	79
7.2	Outlook	79
[Reference]		81
Thanks		85
Published Paper		86

第一章 绪论

1.1 课题来源

本课题为 2005 厦门大学科技创新项目。该项目主要目的是自主设计、研制出一种分布式远程多参数环境监测系统,综合运用嵌入式技术、传感器技术、自动检测技术、通信技术、网络技术和微型计算机技术,实现对多种环境参数的分布式监测管理与低成本测量。该系统可应用于小区家居环境监测或恶劣环境的多点参数采集等场合。

1.2 研究的背景与意义

随着我国经济发展、社会进步和人们环保意识的提高,环境质量的问题越来越为公众所注意。据统计,我国生产环境监测仪器的企业共有上百家,随着环保的发展,一些企业形成了一定的技术能力与生产规模,对我国环境监测起了很大的作用。例如我国的烟尘采样器, TSP 采样器, 油份测定仪等环境监测仪, 在质量上不亚于世界发达国家的制造水平。我国开发研制的各种原理的污水流量计, 污水等比例采样器, 烟气采样器, 烟气测定仪等, 在国内占有很大的比例。在烟尘在线监测仪、烟气在线监测仪、COD 在线监测仪以及氨氮在线监测仪等方面, 结合国家污染物总量控制监测要求, 国内的一些厂家加快了研制进度, 大量的国产在线监测仪器已经投入市场。

尽管经过长足发展, 国产监测仪器的研制取得了很大的成绩, 但应该看到, 我国监测仪器的发展还远不能满足环境监测的要求, 监测仪器的质量参差不齐、功能不全, 主要表现在:

1. 监测仪器生产滞后环境保护要求的监测任务, 往往因监测仪器跟不上, 或监测仪器还达不到要求而影响监测工作的展开。
2. 我国生产的环境监测仪器由于受资金、技术等因素限制, 总体上处在仪器低水平, 重复较严重, 产品质量一致性差, 大型、高技术型仪器占有率较低, 生产效益不高的状态。
3. 监测仪器的生产主要靠无序的市场机制调节, 造成监测仪器生产不均衡,

发展缓慢。

当今的环境监测对监测仪器的需求有了新的要求，主要表现在：

1、仪器种类有待增加。我国已开展的监测内容相当有限，估计不足 1/2，其原因之一就是缺乏相应的监测仪器，只有加快开发、研制各种监测仪器的步伐，才有利于监测工作向深度与广度发展。

2、监测的水平有待提高。从监测仪器产品角度，要求其性能质量进一步提高，采样类仪器应进一步提高精度与可靠性。从市场角度，环境监测需求量大的仪器有四大类型：一是通用的实验室分析仪器（如光学类仪器和色谱类仪器）；二是专用的监测仪器，特别是大气污染源和水质污染源的在线连续自动监测仪器系统；三是便携式的监测仪器和采样器；四是环境质量的自动监测仪器。这些在我国均是较薄弱的，应该重点加强研制生产，并注意知识与技术的创新。

未来环境监测的发展趋势仍将以目前的人工采样和实验室分析为主，但对重点区域的环境质量和重点污染源的监测将向自动化、智能化和网络化监测方向发展，随着各种电子技术和通信技术的应用，环境质量检测和评价将从传统的耗时、费力和昂贵的实验室分析中走出来，更多地使用分布式采集的直读仪器进行现场实时检测，并通过网络对整个监测过程进行远程控制^[1,2,3]。

1.3 分布式远程监测方法的提出及其实现模式

由上节对我国环境监测现状的论述，可以得知，环境监测水平的提高要从监测仪器制造和监测方式改进两个方面着手。现有的环境监测设备大多检测参数较单一，监测覆盖面小，设备安放不方便，并且环境监测站点大部分都安装在野外、机房、企业排污点等无人值守的地方，设备的运行状态需要工作人员定期到现场进行检查，这样不仅浪费大量的人力及物力，而且因为采用定期检查而无法实时得到设备的运行状态，一旦设备出现故障，必须等到工作人员到达现场时才能发现，势必造成一些不必要的工作失误。解决这一问题的关键是如何才能够把现场设备的工作状态实时地反映给工作人员^[19]。所以，设计一种能够集多点、多参数环境参数采集和远程监控为一体的监测系统有十分重大的现实意义，本文正是为此做了大量的研究工作。

随着现代通信技术，特别是因特网（Internet）技术的发展，分布式远程监测

才真正步入快速的发展阶段。Internet 技术使得采集信息交换在全世界范围内有了实现的可能。即使在小范围,应用了宽带通信线路和无线传输设备,也使大量的数据交互和远程环境参数采集成为现实。

本课题致力于研制一种分布式多参数环境监测仪,监测仪主要由数据采集分机和主控机 2 个部分组成。数据采集分机和主控机之间通过无线数传通信,以此达到多点的分布式采集。主控机上移植 web 服务器,由 BOA 配合 CGI 通过 internet 远程控制主控机,实现监测的远程化和网络化。

1.4 本论文的主要内容和特点

本论文将嵌入式系统的设计思想运用到环境监测,完成一种分布式远程多参数环境监测系统的设计。论文全面论述了嵌入式环境监测系统的研制,包括工作原理、硬件和软件方面的设计,既有理论,但更主要是侧重于应用,尤其偏向于新技术的应用。

在第一章,叙述了本课题立项的依据和研究的背景。

第二章介绍了分布式远程多参数环境监测系统的功能、系统架构、性能特点和嵌入式系统的技术概况。

第三章介绍了监测系统主机的功能及具体的软硬件设计和实现。主机的主要功能是接收及存储分机采集的环境参数,并为远端计算机提供 Web 服务,使主机系统能够被远程操控。

第四章介绍了监测系统分机的功能及具体的软硬件设计和实现。重点阐述了传感器调理电路,模数转换电路的软硬件设计。

第五章介绍了远程监测系统的设计。提出了 Boa web 服务器结合 CGI 编程的设计方案。

第六章为系统调试过程介绍。

第七章为结论和展望。

第二章 监测系统总体设计

2.1 系统设计思想^[9]

监测系统设计思想须遵循以下几点：1、扩充性，即监测系统须采用模块化设计方案，可对任意模块进行扩充和重组。2、稳定性，即监测系统应能每天24小时不间断运行，并能提供足够的冗余，做到运行时动态升级和切换。3、分布性，即能提供对环境参数的多点监测。4、准确性，即监测系统应提供准确的数据采集。5、网络性，即监测系统能够依托网络进行远程监控。6、最小限度投资，即监测系统须考虑结构的完整性，合理性和可行性，又必须考虑投资的经济性。

2.2 系统功能及特点

分布式远程多参数环境监测系统是计算机技术和现代通信技术紧密结合的产物。该系统是集参数采集、参数存储、无线通信、远程网络控制为一体的网络监测系统。其功能特点如下：

- 1) 集中监测指定地区的多个环境参数，包括温度、气压、湿度和粉尘度。
- 2) 通过若干分机可以实现对指定区域的分布式多点参数采集。分机体积小，便于安放。
- 3) 主机核心芯片采用高性能嵌入式 ARM 芯片，主频可达 66MHZ。使用 uClinux 嵌入式操作系统管理主机软件资源，实现系统软件工作的多进程、多任务。
- 4) 主机和分机间采用无线数传电台进行无线通信。无线通信使得分机的安放更加的便捷，使系统的应用较少受到地形等因素的影响。
- 5) 主机上移植了 Boa 嵌入式 Web 服务器，使得主机可以在接入因特网时被远程访问和操控。远端 PC 机可以通过 Web 形式访问主机，实现环境参数的实时查询、统计及打印的功能。
- 6) 系统具有良好的扩展性和灵活性。分机可以扩展需要采集的环境参数种类，一台分机最大可以扩展到 8 种环境参数。同时也可以扩展分机的个数，最大可以实现多达 256 点的环境参数监测。

2.3 系统组网结构

由于是自行组网，故采用“监控中心——监测仪主机——监测仪分机”三级分布式组网，其网络结构如图2-1所示。利用远端PC主机设立一个监控中心，通过internet访问监测仪主机上的Web服务器，读取主机存储环境参数。主机通过无线数传电台和各分机无线通信最多可挂256个分机进行多点参数监测。

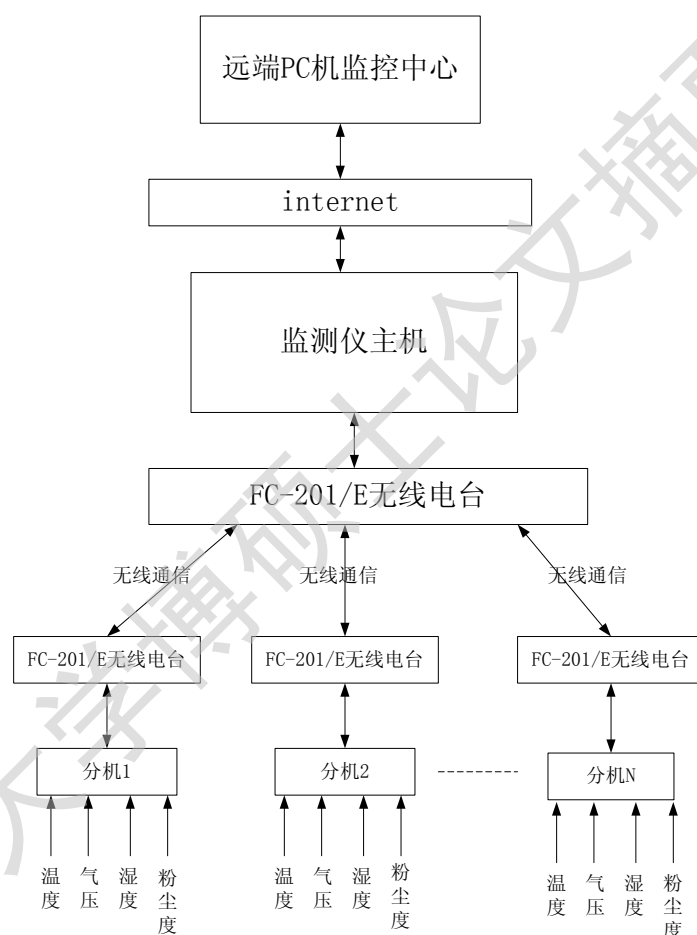


图 2-1：系统组网结构

2.3.1 分机架构设计

多参数环境监测系统分机的主要功能是将各传感器采集的环境参数模拟量转化为数字量，然后通过无线数传模块将环境参数传输给环境监测主机，采集的环境参数包括温度、湿度、气压和粉尘度四种。使用多分机对应一主机的形式，可以实现在一定范围内的无线采集环境参数。

多参数环境监测系统分机主要包括传感器及信号调理电路模块、单片机采集电路模块和无线通信模块。核心CPU采用AT89C52，模数转换芯片为ADC0809，模数转换后的8位数字量通过单片机AT89C52的P0口输入，处理过的数据通过串口发送到无线数传模块，由无线数传模块发送给主机。系统由若干分机组成，将分机编号，这样就可以实现一定范围（具体范围由无线数传的有效范围决定）的环境参数采集。

单片机的软件设计采用 C 语言完成，采用 Keil C51 作为分机系统的开发环境，Keil 提供包括 C 编译器、宏汇编、连接器、库管理和一个功能强大的仿真调试在内的完整开发方案。C 语言具有功能丰富，表达能力强，使用灵活方便，目标程序效率高等特点，同时 C 语言可移植性好。整个分机软件设计是按模块划分的，分模块进行各子程序的代码编写。

2.3.2 主机架构设计

主机的主要功能是接收及存储分机采集的环境参数，并为远端计算机提供 Web 服务，使主机能够被远程操控。主机和分机间采用 FC201/E 无线电台进行无线通信。主机硬件电路核心为基于 ARM7TDMI 的 ARM 芯片 S3C44B0X，软件层移植了 uClinux 操作系统并建立了 JFFS2 文件系统来存储接收到的环境参数。

多参数环境监测系统主机硬件电路主要由参数处理和存储模块、无线数据传输模块和以太网接入模块三大部分组成。在本系统中采用目前广泛使用的 Samsung 公司的 S3C44B0X 作为核心处理器，S3C44B0X 通过提供全面的、通用的片上外设，大大减少了系统电路中除处理器以外的元器件配置，从而使系统成本最小化，并且通过扩展外部 SDRAM,Flash,以太网接口芯片,无线数传模块及一些基本元件等完成主机硬件系统的设计。

主机软件系统采用 uClinux 作为核心来管理和维护系统的各种资源。在 uClinux 上主要运行三个任务：串口读取和处理采集数据、JFFS2 文件存储系统、BOA Web 服务器程序。其中读取和处理采集数据有实时性要求，用中断处理程序实现。其余 2 个任务则通过用户进程来实现。程序采用模块化设计，自底向上分层实现。编译调试，最后下载到主板的 Flash 芯片

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库